المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
معهد البحوث العلمية
مركز بحوث العلوم التطبيقية
مكة المكرمة



سلسلة بحوث العلوم التطبيقية



طريقة بواسطة الحاسب الآلي لتخطيط شبكة صرف لمياه الأمطار باستخدام منظومة جينية

الدكتور / سعود بن محمد عبد الله مغربي

قسم العلوم الرياضية / كليــة العلوم التطبيقيـة

ص . ب ٦٦٤٨

١٤٢١هـ / ٢٠٠٠م

ح جامعة أم القرى ، ١٤٢١ هـ .

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر .

مغربي ، سعود بن محمد عبد الله

طريقة بواسطة الحاسب الآلي لتخطيط شبكة صرف لمياه الأمطار باستخدام منظومة جينية .

٤٠ ص ٢٤ × ١٧ سم .

ردمك : ٣ - ٤٩٣ - ٠٣ - ٩٩٦٠

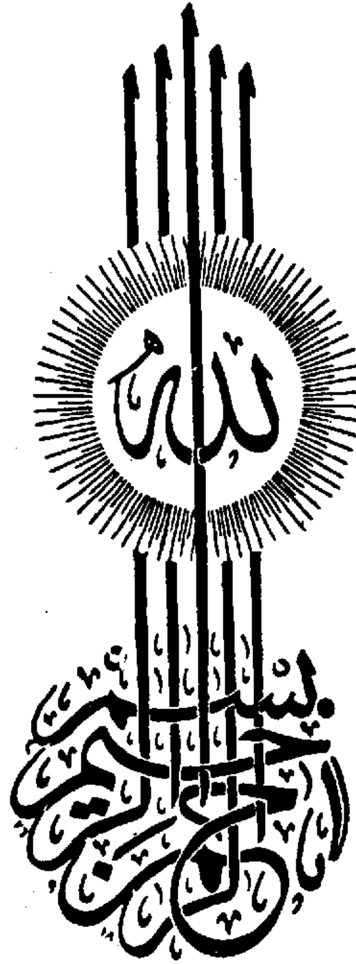
١ - الصرف الصحي - السعودية أ - العنوان

ديوي ٦٢٨,٢١٥٣١ ٢١ / ٠٠٦٦

رقم الايداع : ٠٠٦٦ / ٢١

ردمك : ٣ - ٤٩٣ - ٠٣ - ٩٩٦٠

الطبعة الأولى


الله
بسم الله الرحمن الرحيم

طريقة بواسطة الحاسب الآلي لتخطيط شبكة صرف لمياه الأمطار باستخدام منظومة جينية

الدكتور/ سعود بن محمد عبد الله مغربي

قسم العلوم الرياضية / كلية العلوم التطبيقية

ص. ب ٦٦٤٨

مكة المكرمة – المملكة العربية السعودية

الملخص

يتم تجميع مياه الأمطار المتدفقة في بالوعات ، ويلزم نقلها خلال شبكة صرف إلى نقطة التخلص منها. وفي نظام الصرف المتدفق الذي يخدم منطقة سكنية تدخل مياه الأمطار من خلال فتحات شبكية موضوعة على طول الطرق، ويتم نقلها في اتجاه بالوعات توضع عادة في النهايات. وهكذا، تقع البالوعات عند وصلات المواسير ، وتمثل نقط الدخول لهذا الجزء من نظام صرف مياه الأمطار، النظام الفرعي، الذي يحمل الصرف إلى نقطة التخلص منه. وفي التطبيق العادي تكون هذه الشبكة في شكل شجرة ، مع تدفق المياه عند عقد التقاء الشجرة. والمشكلة تتمثل في القرار الخاص بتوصيل أي البالوعات بمواسير وقطر الماسورة المستخدم ، بهدف تقليل التكلفة الكلية. ويشار إلى هذا بـ " مشكلة تخطيط الشبكة "، وهذا هو ما تهتم به مشكلة هذا البحث.

فالهدف من هذا البحث هو إيجاد الحل الأمثل لمشكلة تخطيط شبكة صرف مياه الأمطار باستخدام منظومة جينية (وراثية). والحل الأمثل هو الأقل تكلفة. وتهدف المنظومات الجينية إلى حل مشاكل الأفضلية باستخدام بحث توالدي سكاني مبني على ميكانيكية الاختيار الطبيعي.

١- المقدمة :

يتم تجميع صرف مياه الأمطار المتدفقة في بالوعات، ويلزم نقلها خلال شبكة صرف إلى نقطة التخلص منها. وتأخذ البالوعات عادة شكل شبكة الشجرة، مع تدفق المياه عند عقد الشجرة. والمشكلة هي تحديد أي البالوعات لتوصيلها بمواسير وأقطار المواسير المستخدمة، بهدف تقليل التكلفة الكلية.

وينتج الصرف المتدفق من سيلان مياه الأمطار فوق سطح الأرض، والمخلفات التي تحملها. وفي نظام الصرف المتدفق الذي يخدم منطقة سكنية تدخل مياه الأمطار من خلال فتحات إلى شبكات موضوعة على طول الطرق، ويتم نقلها بعد ذلك في اتجاه بالوعات توضع عادة عند النهايات. وهكذا، تقع البالوعات عند وصلات المواسير وتمثل نقط الدخول لهذا الجزء من نظام الصرف، نظام النقل الفرعي، الذي يحمل الصرف إلى نقطة التخلص منه. وفي التطبيق العادي تأخذ هذه الشبكة شكل الشجرة.

وارتفاع البالوعة هو ارتفاعها فوق مستوى ما محدد، ومن المتوقع أن تكون كل الارتفاعات معطاة. ويتم بعد ذلك استنباط خطة أرضية لتوصيلات المواسير وأقطارها، بهدف تقليل التكلفة ويشار إلى هذا بـ " مشكلة تخطيط الشبكة"، وهذا هو ما تهتم به مشكلة هذا البحث.

٢- المفاهيم الرئيسية المستخدمة في هذا البحث :

هناك مفاهيم رئيسية حول موضوع هذا البحث يلزم شرحها.

٢-١ الأفضلية :

الأفضلية هي عملية اختيار أحسن نتيجة في ظروف معطاة. وتهدف كل القرارات المتخذة من خلال تصميم نظام، إلى تخفيض معامل معين إلى الحد الأدنى أو زيادته إلى الحد الأقصى. ولذلك فإنه يمكن تعريف الأفضلية بعملية إيجاد أقل أو أقصى قيمة لدالة. ولم توجد إجابة واحدة لمسألة الأفضلية. ويلزم اختيار أحسن حل من الحلول الممكنة.

٢-٢ بحث توالد المجتمع :

بحث توالد المجتمع هو منظومة للبحث العشوائي الذي يؤدي سلسلة من العمليات على مجتمع من العناصر لتكوين مجتمع جديد. ويتم تكرار ذلك لحين تحقيق شرط نهائي. ويكون تسلسل العمليات كما يلي:

أ- تقييم كل عنصر من عناصر المجتمع،

ب- اختيار المصفوفات المولدة من المجتمع ، ويعتمد على قيم العناصر،

ج- توليد العناصر الجديدة،

د- استبدال بعض أو كل عناصر المجتمع الأصلي بالعناصر الجديدة.

٢-٣ المنظومة الجينية :

للمنظومات الجينية بعض المواصفات التي تفرقها عن منظومات توالد المجتمع الأخرى. تعالج المنظومات الجينية مجتمعها من العناصر باستخدام عوامل مثل الجينات تسمى التحويل (Crossover) والتغيير (Mutation)، ولإنتاج مجتمع جديد يلزم أن يكون أكثر لياقة (Fitter) في المتوسط عن المجتمع السابق. وسوف يزيد متوسط اللياقة للمجتمع ، لأن المتغيرات ذات قيم اللياقة الأقل سوف يتم تجاهلها أو تحويلها ، بحيث لا يلزم للمنظومة الجينية أن تتذكر مسارها خلال حيز البحث، ويتم تخزين أعضاء المجتمع في ذاكرة معروفة. وعلى عكس المنظومات الأخرى فإن المنظومات الجينية سريعة جدا في الأجهزة المعاصرة بسبب عشوائيتها.

وتحتفظ المنظومات الجينية بمجتمع من الحلول التي تم حساب قيم لياقتها. وقد تم اختيار الأبوين على أساس اللياقة، ولذلك فإن ارتفاع قيمة اللياقة، يؤدي إلى زيادة فرصة اختيارها. وقد يتم اختيار أحد المجتمعات الموجودة عشوائيا واستبداله بآخر من الذرية، أو قد يتم توليد مجتمع جديد بالكامل. والاختيارات الأخرى هي: اختيار أحد الأبوين فقط على أساس اللياقة، تطبيق التغييرات، واستخدام أكثر من نقطة تحويل واحدة.

في المنظومة الجينية تكون كل العناصر بالطول نفسه ، وتكون المجتمعات ذات حجم ثابت. وتكون المصفوفات المولدة ثنائية البعد، بأعضاء يتم اختيارهم باستخدام احتمالات موزونة طبقا لقيم العناصر. وأكثر من ذلك فإن تزاوج هذه المصفوفات يتقيد عادة بالتحويل. ويكون التحويل محددا بحيث تكون الرموز حتى (س) في العنصر الجديد آتية من أب واحد وتلك التي في الأماكن من: (س+ ١) إلي النهاية آتية من أب آخر، حيث إن (س) رقم صحيح يتم اختياره عشوائيا. ويكون التغيير محتملا ولا يعتمد على قيمة العنصر.

ولكل منظومة جينية بحث وحيز بحث، يجب أن تؤخذ في الاعتبار بعض الأسئلة، وهذه تشمل: حساسية المنظومة للتغييرات الصغيرة في البارامترات، عدد التكرارات المطلوبة للمنظومة لإنتاج نتيجة مثلى، ومدى قرب الحل الأحسن حتى حينه من الحل الأمثل بعد عدد ثابت من التكرارات.

ولذلك فإن المنظومة الجينية تعتبر مثالا لطريقة البحث التي تستخدم الاختيار العشوائي كأداة لإرشاد البحث الاستكشافي خلال تكويد لحيز بارامتري. وهى طريقة مرنة وتوفر إطار عمل عاما لعدد كبير من المسائل المختلفة.

٢-٤ ميكانيكية المنظومة الجينية :

يتم أولا تكوين مجتمع عشوائي ، وبعد ذلك يتم تكوين مجتمعات متتالية باستخدام ثلاث عمليات ، هي: التوالد، التحويل، التغيير.

٢-٤-١ التوالد (Reproduction) :

يتم نسخ العناصر المنفردة بالتطابق في الجيل التالي، مادام اختيارهم للتوالد قد تم.

٢-٤-٢ التحويل (Crossover) :

التحويل هو أسلوب التزاوج المستخدم في المنظومات الجينية، ويحدث بين أثنين من العناصر في المجتمع. يتم اختيار العناصر عشوائيا، ولكن بانحياز تفضيلي للعناصر ذات القيم الأكثر لياقة. يتم توليد موضع عبر العناصر

عشوائيا، وبعد ذلك يتم تقسيم كليهما إلى رأس وذيل عند ذلك الموضـــع. ويتــم إضافة رأس كل شجرة إلى ذيل الشجرة الأخرى، لتكوين شجرتين جديدتين. وقد تم تمثيل هذه العملية في شكل ١.

٢-٤-٣ التغيير (Mutation) :

التغيير هو تبديل عشوائي عرضي لقيمة موضع بالعنصر، واحد إلى صفر أو صفر إلى واحد. ويمكن تمثيله في شكل ٢. وهذا يؤمن ضد فقـــد العنـــاصر الهامة أو ركود المجتمع. وقد تم تأسيس التغيير على الاحتمالية، ولـــــهذا فإنـــه مستقل عن قيم العنصر.

وتتم عملية الاختيار بالطريقة الآتية:

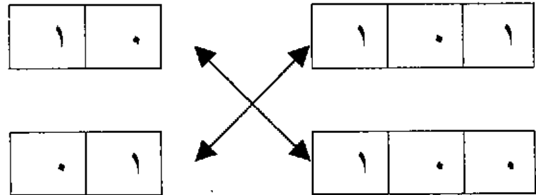
١- يتم تكوين مجتمع جديد بالكامل واستبدال المجتمع الأب.

٢- كل عقب يستبدل عنصرا عشوائيا حال توليده.

الوالد ١ الوالد ٢



التحويل بعد الموضع الثالث:



الطفل ١ الطفل ٢



شكل ١: تحويل عنصرين لتوليد عنصرين جديدين

العنصر الأصلي:

١	٠	١	٠	١

العنصر الجديد:

١	٠	٠	٠	١

الوضع المختار للتغيير (واحد أصبح صفرا)

شكل ٢: التغيير لموضع في عنصر لإنتاج عنصر جديد

٢-٥ أهم مميزات المنظومة الجينية :

هناك مميزات للمنظومة الجينية تتلخص في الآتي:

أ- الاستقلالية:

تعمل المنظومة الجينية على تكويد المشكلة، ولذا فإنه من السهولة كتابة منظومة عامة لعدد كبير متنوع من مسائل الوصول إلى الحل الأمثل.

ب- غير خطية:

لا تعتمد المنظومة الجينية على افتراضات خطية. والمطلب الوحيد هو القدرة على حساب قياس ما للأداء.

ج- القوة:

الاستقلالية ، وغير الخطية ، تساعدان في عمل منظومة جينية أكثر قوة. ويمكن استخدامها لمسائل متنوعة ، وهي قادرة على استخدام دوال غير خطية بكفاءة.

٣- مواصفات حل مشكلة تخطيط شبكة صرف مياه الأمطار :

يهدف هذا البحث إلى إيجاد الحل الأمثل لمشكلة تخطيط شبكة صرف مياه الأمطار باستخدام منظومة جينية. ويتلخص الحل في اختيار مصفوفة فرعية من المسارات(المواسير) تربط العقد (البالوعات) لتكوين شجرة ، من أجل تقليل التكلفة.

القيود على الحل هي:

أ- ليس من الممكن وجود ماسورة من بالوعة ذات ارتفاع منخفض عن البالوعة المطلوب الوصول إليها. لأن فعل ذلك يتطلب وجود مضخة لتحريك المياه لأعلى، وفي هذه المسألة لن يتم استخدام مضخات.

ب-توجد سرعة قصوى وأخرى دنيا لأي ماسورة. وإذا زادت السرعة عن الحد الأقصى فإن الجزيئات المحملة في مياه صرف الأمطار قد تسبب تآكل جوانب

الماسورة. بينما السرعة الأقل من الحد الأدنى قد تسبب ترسيب الجزيئات على جوانب الماسورة، وقد يؤدي ذلك إلى سدها.

ج- يجب أن لا ينقص قطر المواسير كلما قربت من منخفض تجميع المياه ، لأن كمية المياه في الماسورة لا تنقص أبدا في اتجاه المنخفض.

د-يجب أن تكون كمية المياه المتدفقة خلال الماسورة أقل من أقصى كمية مياه يمكن أن تتدفق خلالها.

٤- الخطوات الرئيسية للمنظومة الجينية المقترحة في هذا البحث :

لقد تم عمل برنامج بلغة (سي++) لحل مشكلة تخطيط شبكة صرف مياه الأمطار باستعمال منظومة جينية. تتلخص الخطوات الرئيسية للمنظومة في الآتي:

أ- إدخال البيانات.

ب- توليد المجتمع الابتدائي.

ج- إيجاد اللياقة.

د- الدخول في حلقة مفرغة ، تتكون من الآتي:

١- اختيار الأزواج.

٢- إجراء التحويل والتغيير لإيجاد مجتمع جديد.

٣- إيجاد اللياقة.

هـ- إنهاء الحلقة المفرغة.

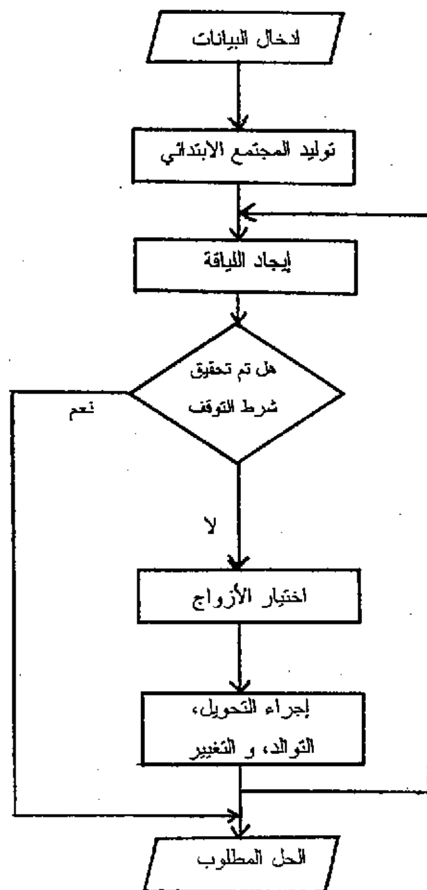
وخريطة التدفق لهذه المنظومة موضحة بشكل ٣. وسوف يتم شرح هذه الخطوات تباعا في بقية البحث.

٤-١ تركيب البيانات :

أول قرار يلزم اتخاذه هو: أي تركيب للبيانات يلزم استخدامه لتخزين البيانات. والبيانات المدخلة التي يلزم تخزينها هي: أقطار المواسير المتوافرة،

أقصى سرعة وأقل سرعة للتدفق، ارتفاع كل بالوعة، تدفق المياه عند كل بالوعة، أطوال كل المواسير المحتملة بين البالوعات.

وقد تقرر تخزين قيم الأقطار المتوافرة كمصفوفة ذات قيم عشرية، وقيمة السرعة القصوى و قيمة السرعة الدنيا كقيم عشرية. وتخزين الأطوال من بالوعة إلى أخرى في مصفوفة ذات بعدين. وتخزين المعلومات لكل بالوعة في سجل يسمى العقدة. ويخزن فقط في هذا السجل في البداية ارتفاع البالوعة، التدفق عند البالوعة، البالوعة التالية، وقطر الماسورة الموصلة للبالوعة التالية لها. ومع ذلك فإن أحد القيود على الشجرة هو أن قطر الماسورة المغادرة لبالوعة لا يكون أبدا أقل من قطر أي ماسورة داخلة إلى هذه البالوعة،ولذلك فإن



شكل ٣: خريطة تدفق المنظومة الجينية

أقل من قطر أي ماسورة داخلة إلى هذه البالوعة، ولذلك فإن قطر أوسع ماسورة تدخل بالوعة يتم تخزينه أيضا في السجل. ومصفوفة هـــذه الســجلات تكــون شجرة، ومصفوفة لمصفوفة من هذه السجلات تكون مجتمع أشـــجار. ويظـــهر تركيب البيانات هذا في شكل ٤.

وهناك مصفوفات أخرى مستخدمة لتخزين المعلومات، وهي: التدفق الكلــي عند كل عقدة بعد توصيل ماسورة لهذه العقدة، وتكلفة كل شجرة في المجتمـــع الحالي ، وأوزان كل شجرة في المجتمع الحالي ، مبنية على تكلفة كل شجرة.

٤-٢ البيانات المدخلة :

من الضروري في بداية البرنامج إدخال كل البيانـــات عــن البالوعــات، المواسير الممكنة بين البالوعــات، الســرعات القصــوى والدنيــا، والأقطــار المتوافرة. ويتم تخزين كل هذا في ملف بيانات يتم تشغيله مع البرنامج. ويتـــم إرسال الحل إلى ملف خروج تتم قراءته وطباعته لاحقا.

تتم قراءة البيانات من الملف وإدخالها في البرنامج باستخدام خمس عمليات. يتم إدخال قيم الأقطار في مصفوفة القطر مرتبة حسب المقاس من الأقــل إلــى الأكبر. والسبب الفعلي في إدخال الأقطار طبقا لترتيب المقاس بدلا من تنظيمــها بمجرد إدخالها هو أنه متى تم اختيار ماسورة معينة فإنه توجــــد قيــود علــى السرعة وكمية المياه المتدفقة خلالها، وهذه تؤثر على اختيار قطر الماســـورة. ويمكن حساب أقصى قطر وأقل قطر لكل ماسورة، وبإهمال كل الأقطار فوق أو أقل من تلك، يمكن اختيار قطر ملائم دائما. ولهذا فإنه إذا كان قد تـــم تخزيــن الأقطار المتوافرة في مصفوفة بترتيب المقاس، فإنه من الممكن ببساطة " قطـــع نهايات المصفوفة ".

يتم إدخال قيم السرعات القصوى والدنيا كقيم عشرية، ويقـــوم البرنـــامج بالتأكد من أن قيمة السرعة القصوى أكبر من قيمة السرعة الدنيا. وإذا لم تكـــن

كذلك فسوف ينتج خطأ عند تشغيل البرنامج. وهذا الفحص ضروري ، لأنـــه إذا كان الحد الأدنى أكبر من الحد الأقصى فإنه لا يمكن الحصول على حل مناسب.

يتم إدخال قيم ارتفاع كل بالوعة في مصفوفة السجلات بـــترتيب قياســي تناقصي لتجنب ضرورة فرز البالوعات حسب ترتيب الارتفاع بعــد إدخالــها. والسبب وراء ذلك مماثل لإدخال قيــم الأقطــار المتوافرة بـــترتيب المقــاس. وحيث إن البالوعة التالية لكل بالوعة يجب أن يكون لها ارتفاع أقل من البالوعة

مصفوفة لمصفوفة من السجلات (مجتمع أشجار)

شجرة ١	شجرة ٢	شجرة ٣	شجرة ٤	شجرة ٥

مصفوفة من السجلات (شجرة)

	سجل ١	سجل ٢	سجل ٣	سجل ٤	سجل ٥
رقم العقدة					
ارتفاع العقدة					
التدفق عنـــد العقدة					
العقدة التالية					
قطر الماسورة الخارجية					
قطر الماسورة الداخلية					

شكل ٤ : تركيب البيانات المستخدم لتخزين مجتمع الأشجار

الحالية، وإذا كان قد تم تخزين البالوعات أساسا حسب ترتيب المقاس ، فإنه يمكن إهمال كل البالوعات المخزنة مسبقا في المصفوفة قبل البالوعة الحالية عند توليد البالوعة التالية لكل بالوعة. ومع ذلك وحيث إنه توجد بالوعات أكثر من الأقطار المتوافرة فربما يكون من الكفاءة فرز البالوعات حال إدخالها. والطريقة المعقولة الوحيدة هي فرز الارتفاعات في ترتيب تنازلي حسب المقاس ، وتخزينها في ملف، وبعد ذلك يتم استخدام الملف كدليل لمصفوفة السجلات.

تم إدخال قيم التدفق عند كل بالوعة في مصفوفة السجلات. وتم إدخالها بنظام إدخال الارتفاعات نفسه ، للتأكد من أن كل تدفق يرتبط بالبالوعة الصحيحة.

وتم إدخال قيم أطوال كل المواسير الممكنة في مصفوفة الأطوال. وكل ماسورة غير ممكنة تم إدخالها كأصفار ، والباقي كأرقام صحيحة. تم أولا إدخال أطوال المواسير من البالوعة رقم ١ إلى كل البالوعات التالية لها، وتلا ذلك أطوال المواسير من البالوعة رقم ٢ إلى كل البالوعات التالية لها، واستمر ذلك حتى تم إدخال طول الماسورة من أقل البالوعات ارتفاعا إلى منخفض تجميع المياه.

٤-٣ توليد المجتمع الابتدائي :

عند توليد المجتمع الابتدائي فإنه يتم إنتاج أشجار ملائمة. ويتضمن توليد أشجار ملائمة اختبار أن كل القيود على الأشجار يتم اتباعها في أثناء توليد كل شجرة.

يتم وضع حجم المجتمع في بداية البرنامج، ويتم تنفيذ التسلسل التالي لكل الأشجار في المجتمع، حتى يساوي مجتمع الأشجار حجم المجتمع. ووضع حجم المجتمع في بداية البرنامج يمكن من تعديله بسهولة في أثناء التوليف الدقيق للمنظومة الجينية.

يتم توليد بالوعة تالية لكل بالوعة عشوائيا، والذي يكافئ وضع ماسورة من البالوعة إلى البالوعة التالية لها. وأحد القيود على الحل هو أن الماء يمكن أن يفيض فقط لأسفل، ولذلك فإن البالوعة التالية المولدة عشوائيا يتم اختيارها من البالوعات المتأخرة في المصفوفة عن البالوعة الحالية. ومع ذلك، وحيث إنه من الممكن لبالوعة أبعد في المصفوفة أن يكون لها ارتفاع البالوعة الحالية نفسه ، فإنه بمجرد توليد البالوعة التالية يتم قياس الفرق بين الارتفاعين ، وإذا كان يساوي صفرا فإن البالوعة التالية يتم إعادة توليدها. وأكثر من ذلك فإنه ليس كل زوجين من البالوعات قادرين على أن يكون لهما ماسورة توضع بينهما ، وإذا كان من غير الممكن وجود ماسورة فإن الطول بين الزوجين يوضع صفرا. ولذلك فإذا كان الطول بين البالوعة والبالوعة التالية لها صفرا فإنه يتم إعادة توليد البالوعة التالية.

يتم استخدام مصفوفة تتالي لتخزين كل البالوعات التي تم اختبارها بالفعل لهذه الماسورة. وباستخدام هذه المصفوفة، فإنه إذا تم إعادة توليد بالوعة تالية قد سبق اختبارها فإنه لا يعاد اختبارها مرة أخرى، بل تهمل ببساطة. وبمجرد قبول بالوعة تالية يتم تفريغ مصفوفة التتالي.

يمكن حساب التدفق الكلى لمياه الصرف في البالوعة التالية بإضافة التدفق الكلي في البالوعة الحالية إلى تدفق البالوعة التالية. ويستخدم التدفق الكلي عند بالوعة، بالارتباط بكميات أخرى، لإيجاد الأقطار الملائمة للماسورة المغادرة للبالوعة هذه.

لاختيار الأقطار الملائمة فإنه من الضروري اختبار أن السرعة في هذه الماسورة أكبر من السرعة الدنيا وأقل من السرعة القصوى، واختبار أن كمية مياه الصرف في هذه الماسورة أقل من أقصى كمية ممكنة مسموح بها في هذه الماسورة. ويلزم أيضا التأكد من أن قطر الماسورة ليس أقل من قطر الماسورة الداخلة إلى هذه البالوعة. وقد تم شرح هذه القيود في مواصفات المشكلة مبكرا في هذا البحث في القسم رقم ٣.

إذا لم تكن هناك أقطار ماسورة ملائمة متوافرة فإن البالوعة التاليـــة يتـــم إعادة توليدها حتى يمكن الحصول على بالوعة تالية ملائمة. يتم إدخال الأقطـــار الدنيا والقصوى في العملية التي تولد الأقطار ، ويتم اختيار قطر بين هذه الحدود باستخدام مولد الرقم العشوائي للغة (سي++). ويتم وضع الرقم المولد كـــالقطر السابق للبالوعة التالية. وإذا لم يمكن الحصول على بالوعة تالية ملائمة عنـد أي نقطة في الشجرة فإن الشجرة يتم إعادة توليدها بالكامل ، حتى يمكن إيجاد حـــل ملائم. وهذا يتكرر لكل شجرة في المجتمع. ولذلك فإن المنظومـــة تبـــدأ دائمـــا بمجتمع من الأشجار الملائمة. وبمجرد توليد الشـــجرة بالكـــامل يتـــم وضـــع المتدفقات الكلية في قيمها الابتدائية قبل توليد الشجرة التالية.

٤-٤ إيجاد اللياقة :

بعد توليد كل الأشجار بالمجتمع، يتم حساب لياقة كل الأشجار. يتم إيجـــاد لياقة الشجرة باستخدام معادلة التكلفة D ، حيث:

D= { EMBED Equation.3 }

حيث { EMBED Equation.3 } كمية الماء العابرة خلال المواسير من البالوعـــة i إلى البالوعة j ،{ EMBED Equation.3 } هـــو ارتفـــاع البالوعـــة i ، { EMBED Equation.3 }هو ارتفاع البالوعة j ، { EMBED Equation.3 } أطوال المواسير من البالوعة i إلى البالوعة j.

والشجرة ذات التكلفة الأقل تكون لها لياقة أعلى، لأن البرنامج يبحث عـــن الشجرة الأقل تكلفة. يتم تخزين تكاليف الأشجار في مصفوفة التكلفة. وبمجـــرد إيجاد اللياقة يتم وزن كل شجرة لجعلها أكثر أو أقل احتمالية للاختيار كـــزوج. ويتم الحصول على هذا الوزن بتخصيص قيم من المصفوفة لكل شجرة تتناسـب مع لياقة تلك الشجرة. ولذلك كلما زادت التكلفة، قلت اللياقـــة، وقلـــت فرصـــة اختيارها.

٤-٥ اختيار الأزواج :

يتم اختيار الأزواج باستخدام مولد الرقم العشوائي الموجود في لغة (سي++)، ولكن الاختيار ليس عشوائيا بكل معنى الكلمة ، بسبب انحياز تفضيل الأشجار الأقل تكلفة،لذلك يتم اختيار أول شجرة من المصفوفة المنحازة بتوليد رقم عشوائي ، واستخدام بحث ثنائي لإيجاد أي شجرة يتوافق معها هذا الرقم. تم استخدام طريقة البحث الثنائي لأنها الطريقة الأكثر كفاءة للبحث في مصفوفة عن عنصر معين. يتم اختيار الشجرة الثانية بالطريقة نفسها كالشجرة الأولى، فيما عدا أنها إذا كانت مثل الشجرة الأولى فإنه يتم عمل اختيار آخر. وباستخدام هذا الأسلوب لا يمكن أن تكون الشجرتان اللتان يتم التزاوج بينهما متماثلتين أبدأ. وهذه هي الطريقة الأساسية المستخدمة لاختيار الأزواج.

٤-٦ تنفيذ التحويل أو التوليد، والتغيير :

بعد اختيار الأزواج يتم استخدام التحويل أو التوليد لتكوين أشجار للمجتمع التالي. ومع ذلك وقبل تكوين هذه الأشجار يلزم عمل اختيار لكيفية وضع الأشجار الجديدة في المجتمع الجديد. والقرار يكون بين وضع الأشجار العشوائية في المجتمع القديم مع الأشجار الجديدة، أو ببساطة تكوين مجتمع جديد بالكامل. والاختيار الأخير هو الأكثر قابلية لأنه لا توجد حاجة إلى تخزين أي من الأشجار في مصفوفة منفصلة قبل وضعها في المجتمع القديم.

هناك ببساطة مجتمعان اثنان والمنظومة تتعاقب بينهما باستخدام مؤشر الموقع، والذي يتم تبديله بعد تكوين كل مجتمع جديد ، وبعد تكوين كل شجرة جديدة يتم وضعها في المجتمع الجديد. في بداية تكوين كل مجتمع يتم وضع مؤشر الموقع في المجتمع الجديد عند ١، ويتم زيادة مؤشر الموقع هذا في كل مرة يتم فيها توليد شجرة أخرى ووضعها في المجتمع الجديد. وبهذه الطريقة يتم إيجاد عدد الأشجار في المجتمع الجديد.

تقرر المنظومة ما إذا كان سيتم إعادة إنتاج الشجرتين كما هما في المجتمع الجديد، أو تحويلهما. هذا الاختيار يتم تنفيذه عشوائيا، ولكن دائما بانحياز تجاه التحويل.

إذا كان سيلزم إعادة إنتاج الأشجار فعندئذ يتم اختيار إحدى الأشجار عشوائيا وإعادة إنتاجها بالتماثل في المجتمع التالي. ولا توجد حاجة إلى فحص أقطار الشجرة الملائمة ، لأنه لم يتم تغيير أي شيء في الشجرة. وبعد إعادة الإنتاج يتم زيادة مؤشر الموقع في المجتمع الجديد بواحد.

إذا تم اختيار التحويل بدلا من ذلك فإنه يتم استخدام نقطة تحويل واحدة على كلتا الشجرتين المطلوب تزاوجهما. ويتم استخدام نقطة تحويل واحدة بدلا من أي اختيارات أخرى ، لأن مجاميع البيانات صغيرة نسبيا فلا توجد حاجة إلى نقطتي تحويل أو أي أساليب تزاوج أخرى أكثر تعقيدا. يتم أولا توليد نقطة تحويل عشوائيا، ولكن ليس بعد البالوعة الثانية إلى الأخيرة أبدا ، لأن كل الأشجار تنتهي بمنخفض تصريف المياه. وتوجد طريقتان للتحويل تُسْتَخْدَمَانِ في المنظومات، ولذلك يلزم شرح تصميم كل منهما. ووجود طريقتين سببه: أنه في الحقيقة في بعض منظومات الاختيار يتم الاحتفاظ بالشجرتين المنتجتين، وفي البعض الآخر يتم الاحتفاظ بالشجرة الأكثر لياقة فقط.

باستخدام الطريقة التي يتم فيها وضع الشجرتين في المجتمع الجديد، فإنه من الضروري التأكد من وجود مكان لكل منهما قبل توليدهما فعليا. ويتم فحص ذلك باستخدام مؤشر الموقع الذي يسمح بتوليد شجرة جديدة واحدة فقط إذا كان هناك مكان واحد فقط باق في المجتمع الجديد. وهذا يمنع حدوث أي أخطاء بسبب محاولة المنظومة إضافة شجرة جديدة لمصفوفة ممتلئة أساسا. يتم استخدام مؤشر الموقع لتقرير أي مجتمعات الأشجار سوف يتم توليدها ، وبعد ذلك يتم تنفيذ التحويل ، ويتم وضع الشجرة أو الأشجار الناتجة في المجتمع الجديد. وليس من الضروري إجراء فحص للتأكد من أن النتيجة الجديدة ما تزال شجرة،

لأنه عند حدوث التحويل بين شجرتين تكون النتيجة دائما شجرة. وقد تم تمثيـــل هذا في شكل ٥.

الزوج رقم ١:

العقدة	١	٢	٣	٤	٥
البالوعة التالية	٣	٥	٤	بالوعة	بالوعة

الزوج رقم ٢:

العقدة	١	٢	٣	٤	٥
البالوعة التالية	٢	٤	بالوعة	٥	بالوعة

الشجرة الجديدة:

العقدة	١	٢	٣	٤	٥
البالوعة التالية	٣	٥	بالوعة	٥	بالوعة

شكل ٥: الشجرة المنتجة بعد تحويل شجرتين

بعد توليد الشجرة الجديدة يتم اختبار الأقطار الجديدة للتأكد من أنها ما زالت ملائمة. ولفحص ملاءمة هذه الأقطار يتم وضع الأقطار الداخلة إلى العقد بالسجل صفرا، وبعد ذلك يتم وضعها طبقا لأكبر الأقطار الجديدة الداخلة إلى البالوعة. وهذا ضروري ، لأن قطر الماسورة المغادرة للبالوعة لا يمكن أن يكون أقل من قطر الماسورة الداخلة إليها. وإذا كانت الأقطار كلها ملائمة فإنه لا يتم تبديلها، ولكن إذا كانت غير ملائمة فإنه يتم توليد الأقطار العشوائية الجديدة. يتم حساب التدفق الكلى لكل بالوعة في الشجرة باستخدام الطريقة نفسها، كما سبق استخدامها في المجتمع الابتدائي، وبعد ذلك يتم اختيار الأقطار بالطريقة نفسها. ومع ذلك فإذا لم يوجد في هذه المرة أقطار ملائمة لأي ماسورة في الشجرة فإنه يتم اختيار الأزواج الجديدة ويتكرر التحويل، حتى يمكن توليد حل ملائم. وبعد التحويل يتم زيادة مؤشر الموضع اثنين إذا كان قد تم توليد شجرتين، أو واحد إذا كان قد تم توليد شجرة واحدة فقط.

يتطلب استخدام الطريقة التي يحتفظ فيها بالشجرة الأكثر لياقة فقط، وإهمال الشجرة الأخرى تعديل البرنامج. يلزم تخزين الشجرتين في مصفوفتين للسجلات حتى يمكن حساب تكلفة كل منهما قبل اختيار الأكثر لياقة منهما لوضعها في المجتمع الجديد. ويتم إضافة مصفوفة سجلات إلى هياكل البيانات لتخزين هذه الأشجار. ويتم تكوين الشجرتين باستخدام التحويل كما سبق شرحه. ومع ذلك، وحيث إنه سوف يتم إضافة شجرة واحدة فقط إلى المجتمع الجديد، فإنه لا حاجة إلى العلم المسبق بفحص الفراغ المتبقي في المجتمع. ويتم أيضا توليد قطر كل من الشجرتين باستخدام الطريقة الموصوفة بالفقرة السابقة. وبعد توليد الشجرتين وقطريهما ، يتم حساب التكلفة لكل منهما. ويتم وضع الشجرة ذات التكلفة الأقل في الموضع الصحيح بالمجتمع الجديد، وإهمال الشجرة الأخرى.

التغيير يتم بعد أن تكون الأشجار قد وضعت في المجتمع الجديد، ولذلك فإنه لا يتأثر بطريقة التحويل المستخدمة. ومن الممكن تغيير الأقطار ، أو

البالوعات التالية. وبالرغم من أن تغيير البالوعات التالية يكون مفيدا، فقد وجد بعد عدة محاولات في تكويد هذا أنه من الصعب جدا جعل كل الحلول ملائمة. ولذلك فإن الاختيار الآخر الوحيد كان هو تغيير الأقطار فقط. و الأشجار التي يتم اختبارها للتغيير هي فقط التي تم إعادة تكوينها والتي تم تحويلها واحتفظت بأقطارها الأصلية. يتم اختبار كل عقدة في الشجرة بالنسبة للتغيير ، وإذا تقرر تغييرها فإنه يتم التغيير دائما إلى قطر ملائم. ويتم توليد قطر ملائم باستخدام طريقة فحص الأقطار المشروحة فيما سبق، وأيضا باستخدام طريقة أخرى لخفض الحد الأقصى للقطر إذا كان أكبر من قطر الماسورة المغادرة للبالوعة التالية. وبعد ذلك يتم توليد قطر عشوائيا داخل هذه الحدود. وهذا الأسلوب لفحص ملاءمة القطر قبل التغيير يزيل الحاجة إلى فحص الشجرة بالنسبة لعدم قابليتها للتطبيق بعد نشوئها.

٤-٧ الدخول في حلقة مفرغة حتى تحقيق شرط التوقف :

بعد توليد المجتمع الجديد يتم حساب اللياقة. وإذا كانت أي من الأشجار في المجتمع لها تكلفة أقل أو تساوي التكلفة المرغوب فيها فإن المنظومة الجينية تتوقف ، وتؤخذ هذه الشجرة كالحل الأمثل. يتم وضع التكلفة المرغوب فيها في بداية البرنامج حتى يمكن تبديلها بسهولة لمجموعات إدخال مختلفة.

٥- مقارنة هذا البحث مع بحوث سابقة :

هناك عدة أبحاث ف الدوريات [1-7] . ويلاحظ من هذه البحوث أن هناك منظومتين جينيتين رئيسيتين تستخدمان في هذه البحوث. المنظومة الجينية الأولى هي المنظومة التي تستخدم طريقة عجلة الروليت [1-4] . وتتضمن هذه الطريقة اختيار أعضاء المجتمع لدورة التزاوج بالطريقة التالية: يتم أولا حساب متوسط لياقة المجتمع ، ومنها تحسب اللياقة النسبية لكل عضو في المجتمع. بعد ذلك يتم تخصيص قسم لكل عضو ، في الحدود من صفر إلى واحد ، بالتناسب مع لياقته النسبية.

وأما المنظومة الجينية الثانية فهي التي تستخدم طريقة قائد القطيع [5-7]. وطرقة قائد القطيع لا تتطلب دورة تزاوج. يحدث التزاوج بين أعضاء من المجتمع يتم اختيارهم عشوائيا ، والعضو الأكثر لياقة يسمى قائد القطيع. ومن الطفلين الناتجين يتم تقديم الأكثر لياقة للمجتمع الجديد ، واستبعاد الآخر. ويتم إجراء ذلك ليظل المجتمع في مستوى ثابت.

وتختلف المنظومة الجينية في هذا البحث في أنها تستخدم طريقة التوليف الدقيق. والغرض من استخدام طريقة التوليف الدقيق هو إيجاد منظومة جينية أكثر كفاءة تعطى الحل الأمثل بأقل عدد من التكرارت للمنظومة الجينية. ويتم التوليف الدقيق على بارامترات المنظومة الجينية وهي: حجم المجتمع الابتدائي، والتحويل والتغيير.

٦- الاستنتاجات :

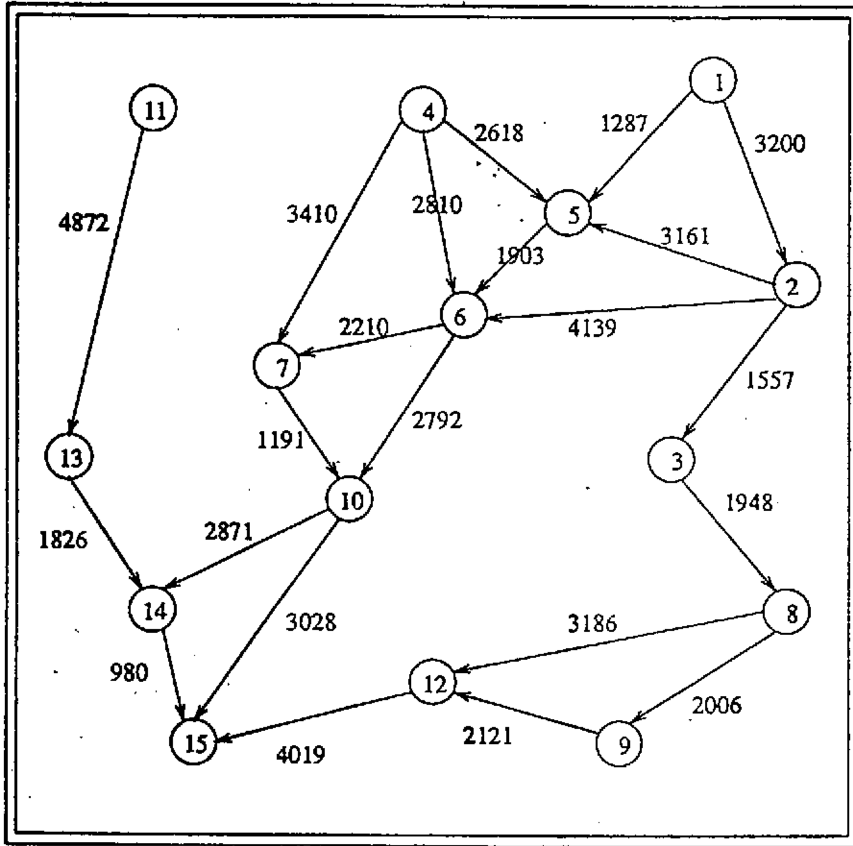
لمنظومة الاختيار المستخدمة، والتوليف الدقيق ، تأثير كبير على أداء المنظومة الجينية. وقد تم عمل توليف دقيق على هذه المنظومة لإيجاد الحل الأمثل والأحسن، بأقل عدد من التكرارات للمنظومة الجينية.

هناك ثلاثة مجموعات من بيانات الاختبار تم استخدامها. وتظهر الخطوط الأساسية لخرائط هذه البيانات في الأشكال ٦-٨. وتُظْهِر هذه الخرائط البالوعات مرقمة في ترتيب تناقصي حسب المقاس ، والمواسير الممكنة، بكل أطوالها مكتوبة بجوارها. ومكتوب أسفل الخرائط ارتفاعات كل من البالوعات ؛ التدفق عند كل بالوعة ؛ ومقاسات المواسير المتوافرة. ويبين الرسم البياني في شكل ٩ كيفية تقرير شروط التوقف لكل مجموعة. بمجرد توقف تذبذب التكلفة المتوسطة يتم استخراج الشجرة الأقل تكلفة، ويتم وضع شرط التوقف عند هذه القيمة. ويبين الرسم البياني في شكل ١٠ النتائج عند تشغيل المنظومة النهائية باستخدام شرط التوقف. ويظهر من هذا الرسم البياني أنه يتم التوصل إلى الحل

الأمثل لكل مجموعة من البيانات بعد عدد قليل نسبيا من التكرارات للمنظومة الجينية.

تظهر الحلول المثلى من هذه التنفيذات في شكل شجرة على الخرائط في الأشكال ١١-١٣ ، وهى الخرائط نفسها المستخدمة لإظهار البيانات الأصلية. ومع ذلك فقد تم إرفاق المواسير التي تم اختيارها فقط، وتم كتابة أقطار تلك المواسير بالقرب من المواسير بدلا من أطوال المواسير. ومن هذه الخرائط يمكن بسهولة رؤية أن الحلول كلها أشجار، وأنه لا تنقص أقطار المواسير كلما بَعُدْنا في الشجرة.

يحقق برنامج هذا البحث كل مطالب المواصفة. ونجحت المنظومة الجينية في إيجاد نتيجة لمسألة تخطيط شبكة صرف مياه الأمطار.



ارتفاع البالوعات:

(١)١٥٢ (٢)١٥٠ (٣)١٤٠ (٤)١٢٦ (٥)١٢٥ (٦)١٢١ (٧)١٢٠ (٨)١١٨ (٩)١٠٥
(١٠)١٠٠ (١١)٩٨ (١٢)٩٢ (١٣)٨٥ (١٤)٨٢ (١٥)٨٠

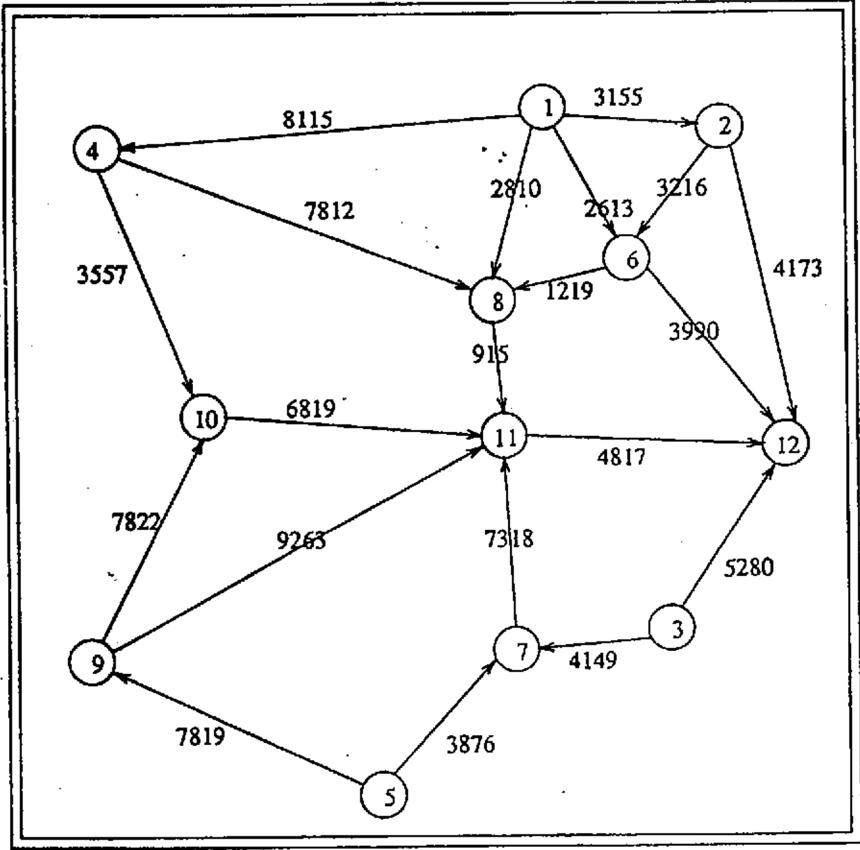
التدفق عند كل بالوعة:

(١)١.٢ (٢)١.٩ (٣)١.٥ (٤)٢.٤ (٥)٨.٢ (٦)٢.٦ (٧)٧.٣ (٨)٨.٢ (٩)٦.٣ (١٠)١.٤
(١١)٢.٣ (١٢)٧.٢ (١٣)٣.٢ (١٤)٩.٨ (١٥)٥.٠

المقاسات المتوافرة للمواسير:

(١)٣.٦ (٢)٤.٥ (٣)٥.٤ (٤)٦.٣ (٥)٧.٢

شكل ٦: خريطة بيانات المثال الأول المستخدم في هذا البحث. ويظهر من الخريطة أن البالوعات مرقمة في ترتيب تناقصي حسب المقاس ، وأطوالها مكتوبة بجوارها. ومكتوب أسفل الخريطة ارتفاع البالوعات ، التدفق عند كل بالوعة ، ومقاسات المواسير المتوافرة.



ارتفاع البالوعات:

(١)٨٧ (٢)٧٠ (٣)٦٩ (٤)٥٤ (٥)٤٨ (٦)٤٠ (٧)٣٢ (٨)٣٢ (٩)٢٨ (١٠)١٨ (١١)١٥ (١٢)٩.

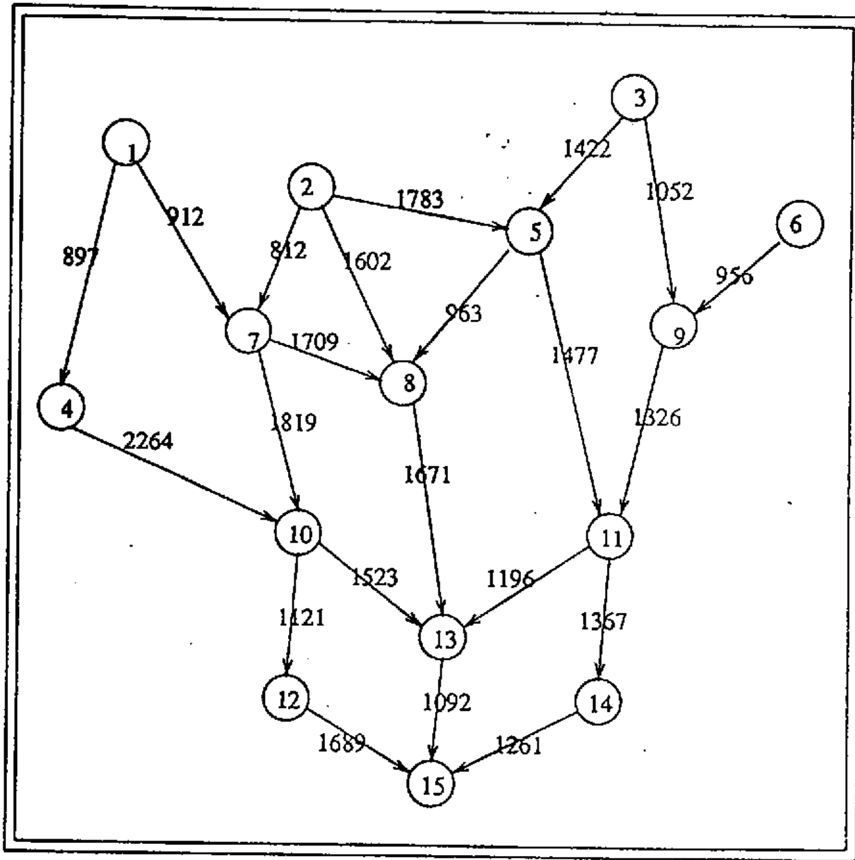
التدفق عند كل بالوعة:

(١)٧.٩ (٢)٨.٢ (٣)٦.٥ (٤)٧.٦ (٥)٤.٢ (٦)٥.٣ (٧)٥.٧ (٨)٣.١ (٩)٣.٢ (١٠)٦.١ (١١)١.٩ (١٢)١.٢

المقاسات المتوافرة للمواسير:

(١)٣.٦ (٢)٤.٥ (٣)٥.٤ (٤)٦.٣ (٥)٧.٢

شكل ٧: خريطة بيانات المثال الثاني المستخدم في هذا البحث. ويظهر من الخريطة أن البالوعات مرقمة في ترتيب تناقصي حسب المقاس ، وأطوالها مكتوبة بجوارها. ومكتوب أسفل الخريطة ارتفاع البالوعات ، التدفق عند كل بالوعة ، ومقاسات المواسير المتوافرة.



ارتفاع البالوعات:

(١)١٠٠ (٢)٩٠ (٣)٩٠ (٤)٨٥ (٥)٨٥ (٦)٨٠ (٧)٧٦ (٨)٧٥ (٩)٧٤ (١٠)٦٧

(١١)٦٥ (١٢)٦٤ (١٣)٦٠ (١٤)٥٥ (١٥)٥٠

التدفق عند كل بالوعة:

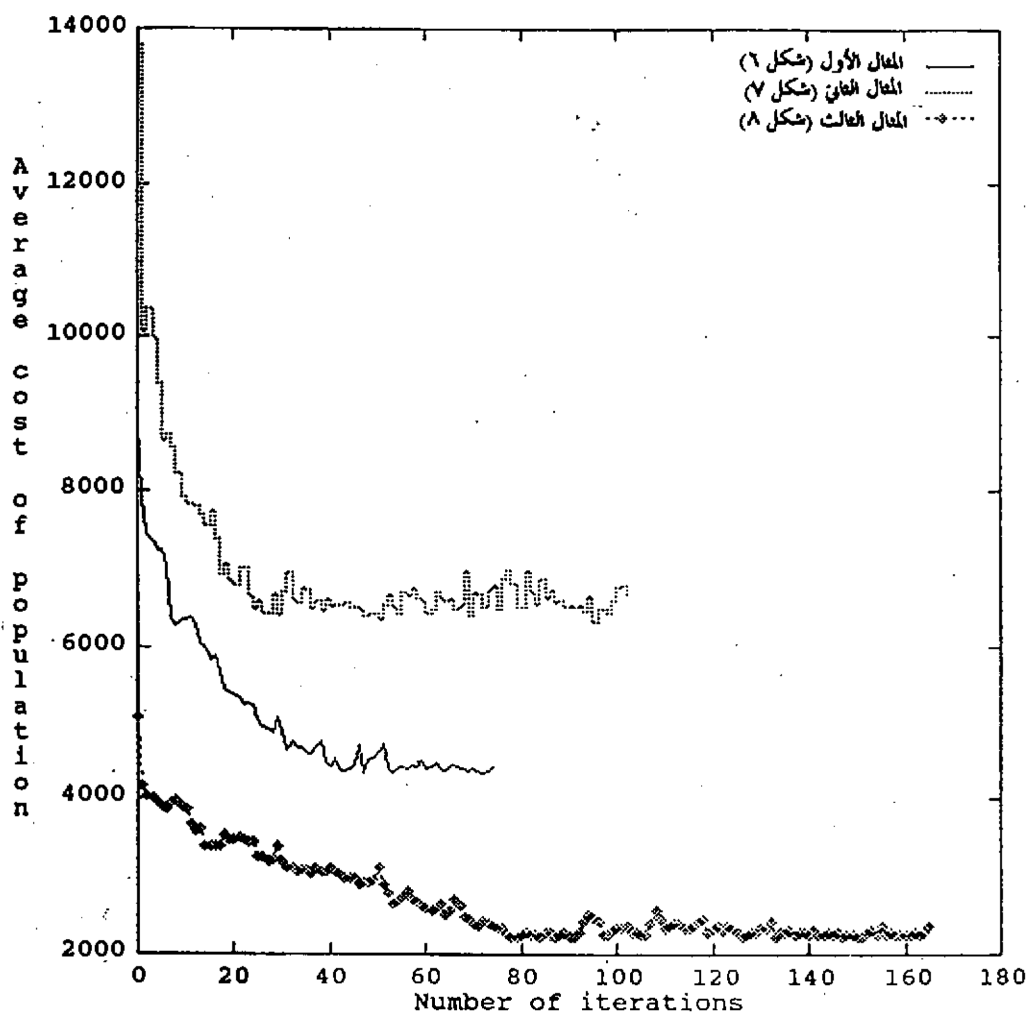
(١)٢.٣ (٢)٣.٤ (٣)١.٥ (٤)٧.٤ (٥)٩.٢ (٦)١.٦ (٧)٥.٤ (٨)٦.٨. (٩)٠,٥ (١٠)٢.٦

(١١)١.٧ (١٢)٢.٣ (١٣)٣.٤ (١٤)١.٨ (١٥)١.٧

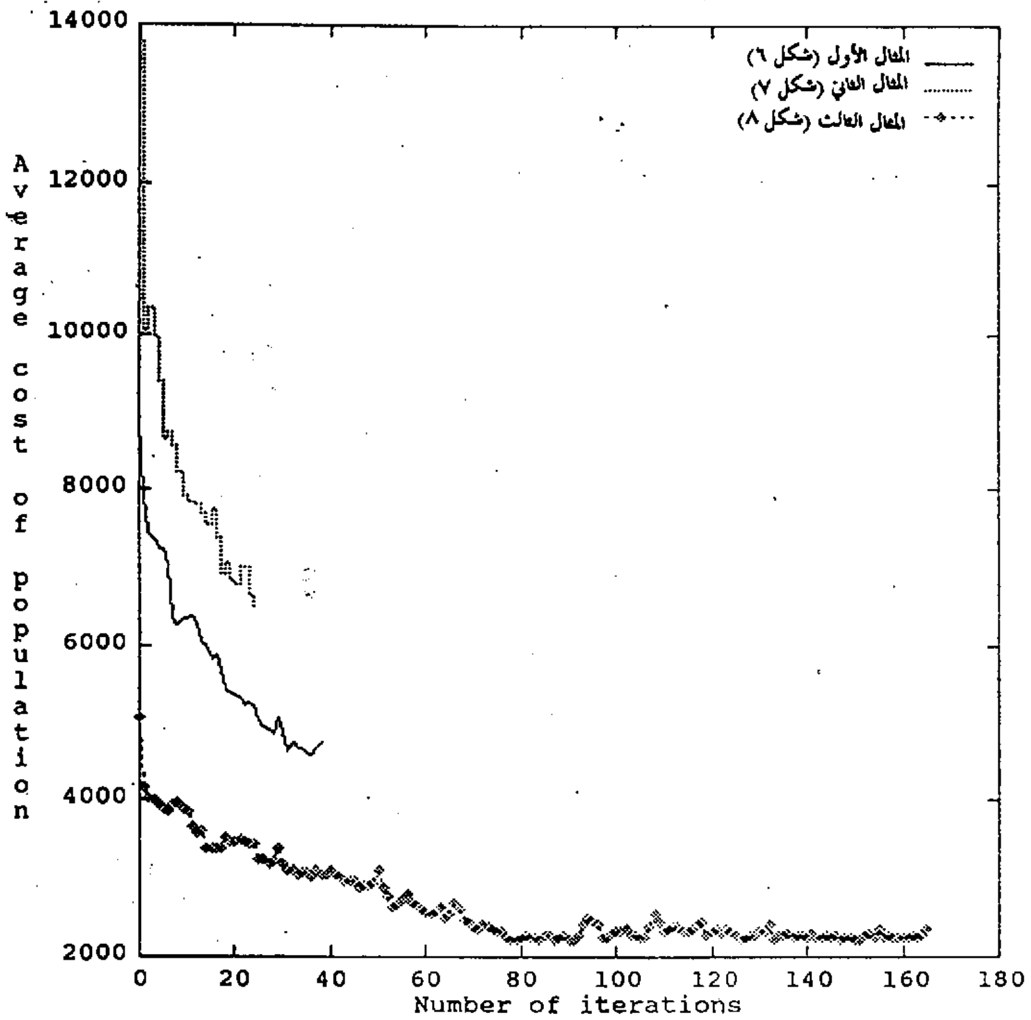
المقاسات المتوافرة للمواسير:

(١)٣.٦ (٢)٤.٥ (٣)٥.٤ (٤)٦.٣ (٥)٧.٢

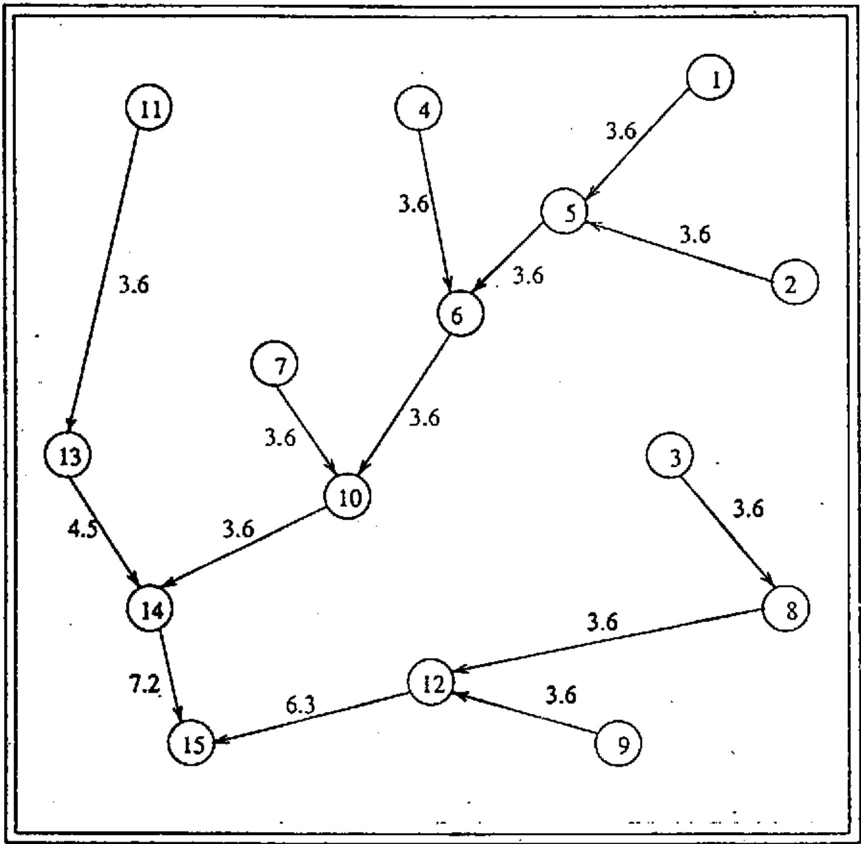
شكل ٨: خريطة بيانات المثال الثالث المستخدم في هذا البحث. ويظهر من الخريطة أن البالوعات مرقمة في ترتيب تناقصي حسب المقاس ، وأطوالها مكتوبة بجوارها. ومكتوب أسفل الخريطة ارتفاع البالوعات ، التدفق عند كل بالوعة ، ومقاسات المواسير المتوافرة.



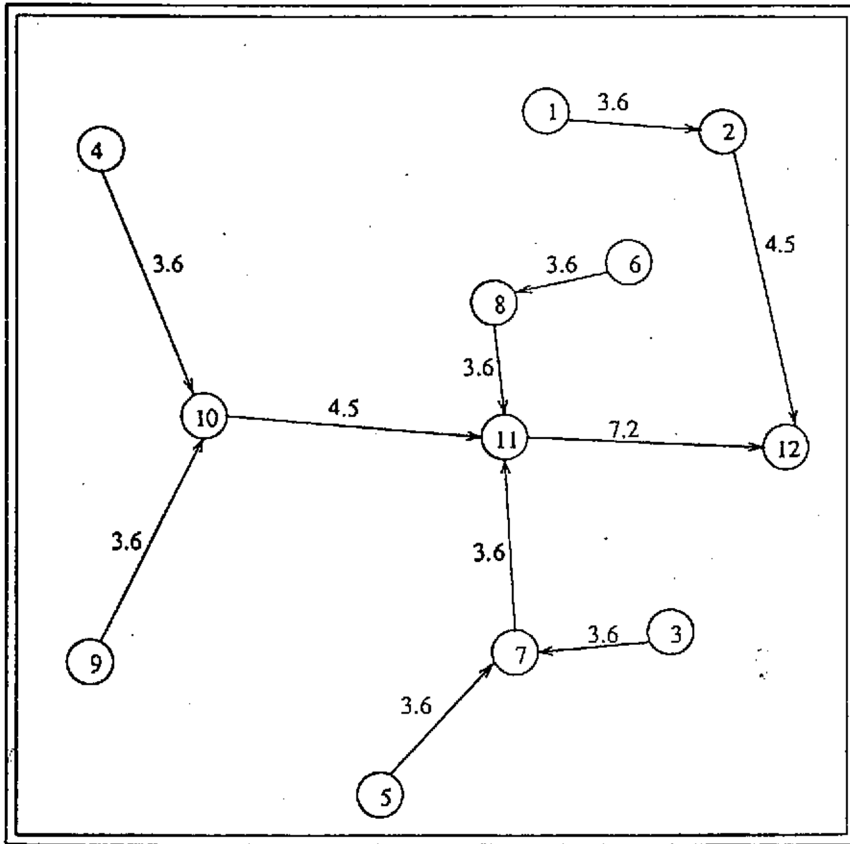
شكل ٩: رسم بياني يوضح هبوط التكلفة المتوسطة للأمثلة في الأشكال ٦–٨.



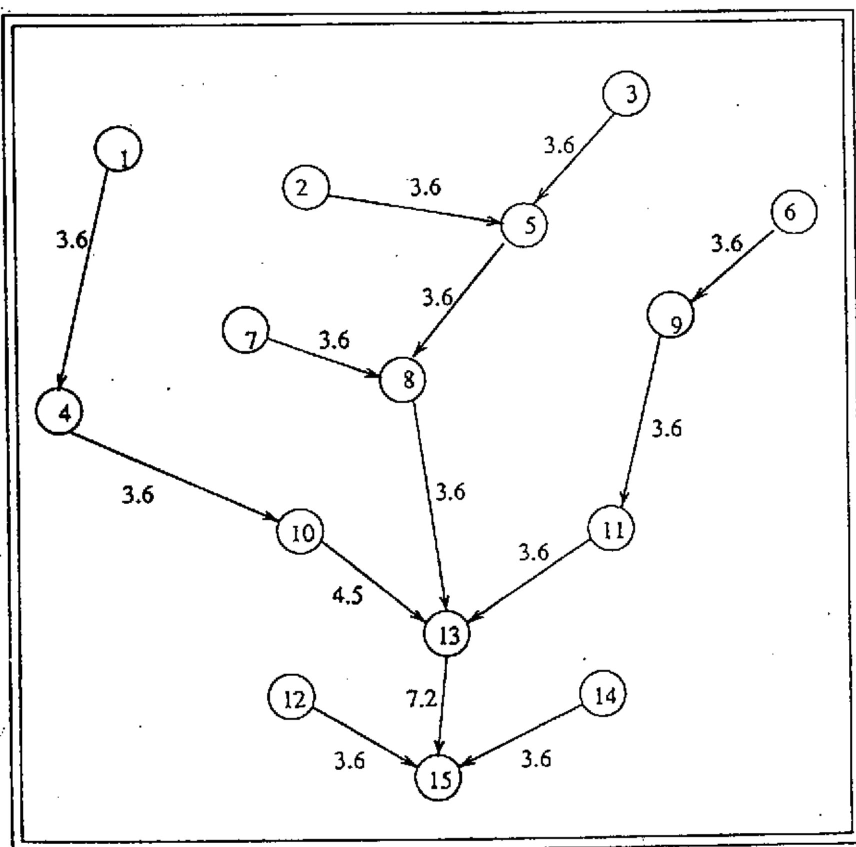
شكل ١٠: رسم بياني يوضح نسبة التكرارات للمنظومة الجينية في الوصول للحل الأمثل للأمثلة في الأشكال ٦-٨ باستعمال شرط التوقف.



شكل ١١: خريطة توضح الحل الأمثل للمثال الأول (شكل ٦).



شكل ١٢: خريطة توضح الحل الأمثل للمثال الثاني (شكل ٧).



شكل ١٣: خريطة توضح الحل الأمثل للمثال الثالث (شكل ٨).

مراجع البحث

[1] Mam, K. F., Tang, K. S., and Kwong, S., "Genetic Algorithms: Concepts and Applications", IEEE Transaction Industrial Electronics, pp. 519-534, (1996).

[2] Michalewicz, Z., "Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Program", 3rd Edition, Springer-Verlag, Berlin, (1996).

[3] Man, K. F., "Genetic Algorithms for Signal Processing", Springer-Verlag, London, (1997).

[4] Elbaum, R. and Sidi, M., "Topological Design of Local Area Networks Using Genetic Algorithms", Proc. IEEE Infocom 95, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Calif., pp. 64-71, (1995).

[5] Palmer, C. C. and Kershenbaum, A., "An Approach to a Problem in Network Design Using Genetic Algorithms", Networks, pp. 151-163, (1995).

[6] Pierre, S. and Legault, G., "An Evolutionary Approach for Configuring Economical Packet Switched Computer Networks", Artificial Intelligence in Eng., pp. 127-134, (1996).

[7] Ko, K. et al., "Using Genetic Algorithms to Design Mesh Networks", IEEE Computer, pp. 57-61, (August 1997).

A Computational Method for Sewerage Network Planning Using A Genetic Algorithm

Saud M. A. Maghrabi
Department of Mathematical Sciences
Applied Sciences College
P. O. Box 6648
Makkah, Saudi Arabia.

ABSTRACT

Storm sewage is collected in manholes and must be transported through a sewer network to a point of disposal. Sewers normally take the form of a tree network, with the inflow of water at the nodes of the tree. The problem is to decide which manholes to connect with pipes and what diameter pipe to use, with the aim of minimizing overall cost. Storm sewage is made up of "run-off" deriving from rainfall, and debris carried by the run-off. In a storm sewage system serving a residential area the run-off enters grids which are placed along the roads, and is then transported towards manholes normally situated at the ends. Thus, manholes occur at pipe junctions and represent the input points for that part of the sewer system, transport subsystem, which carries the sewage to its point of disposal. In normal practice this network is in the shape of a tree. The head of a manhole is the height of that manhole above some fixed level, and all heads are assumed to have been given. Then a ground plan of pipe connections and diameters of pipes must be devised, so as to minimize cost. This is referred to as the Network Planning Problem, and this is what this problem of this paper is concerned with. The aim of this paper is to find the optimal solution to the sewerage Network Planning Problem using a Genetic Algorithm. The optimal solution is the one with the lowest cost. Genetic Algorithms aim to solve optimization problems using a reproductive population search based on the mechanics of natural selection.